

НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗА КОТЛАМИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ УТИЛИЗАТОРОВ

Несмотря на очевидную эффективность конденсационных теплоутилизаторов, их применение на практике сдерживается из-за возникновения дополнительных явлений, не характерных для традиционных котлов «сухого» теплообмена.

В поверхностных утилизаторах обычно оси ребристых труб располагаются горизонтально, соответственно ребра оказываются в вертикальных плоскостях, почти перпендикулярных осям труб. В трубном пучке конденсат, образующийся на ребрах выпележащих труб, стекает в виде капель на нижележащие, а с труб самого нижнего ряда – на нижнее металлическое ограждение теплообменника. При этом часть мелких капель и брызг неизбежно уносится потоком газа.

Испарение унесенных капель не уменьшает количество теплоты, полученной в теплообменнике за счет конденсации пара, если оно (испарение) происходит уже после теплообменника. Однако оно увеличивает степень насыщения газов водяным паром как из-за увеличения количества пара в газе, так и из-за снижения температуры газа вследствие затрат тепла на испарение. Все это может привести к конденсации водяного пара на внутренних стенках газоходов и дымовой трубы.

Предлагаемое нами техническое решение [1] позволяет устранить унос капель и брызг конденсата, образующегося на поверхности ребренных труб теплообменника. Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что в теплообменнике, выполненном из несущих труб и накатанных на них ребристых труб, либо из труб с кольцевыми или спирально-кольцевыми ребрами, выполненными любым другим способом (например, накаткой из тела несущей трубы, навивкой на трубу ленты с ее приваркой к трубе и т. д.), вдоль оси труб во всех ребрах выполняется продольная прорезь до несущей трубы, а трубы в теплообменнике располагаются вертикально. При этом металл самой трубы не затрагивается; чтобы не снижалась конструктивная прочность, прорезаются только ребра до несущей трубы.

Поскольку при винтовой накатке или навивке ребра слегка наклонены к оси трубы, при вертикальном положении трубы они имеют наклон по отношению к горизонту, благодаря чему образующийся на них конденсат будет под действием капиллярных сил стекать к прорези в ребре, а затем по щели – на нижнюю трубную доску теплообменника, в которой закреплены ребристые трубы. Это исключает перетекание конденсата в виде капель с трубы на трубу, а значит, – и унос капель.

Срыв пленки воды с горизонтальной поверхности омывающим ее параллельным потоком продуктов сгорания начинается по данным [2] при скорости потока, превышающей 18 м/с, даже при толщине пленки конденсата 2,5 мм. С

уменьшением толщины пленки предельная скорость ее срыва возрастает. Такие большие скорости парогазовой смеси в теплообменниках не применяются из-за резкого увеличения аэродинамического сопротивления пучка ребристых труб, что гарантирует отсутствие срыва пленки с горизонтально расположенных ребер.

В соответствии с предлагаемым техническим решением трубы закрепляют в трубной доске таким образом, чтобы прорезы в ребрах размещались вдоль тыльной по отношению к набегающему потоку газов образующей трубы. Это снижает вероятность динамического срыва стекающего вдоль прорезы конденсата.

В конденсационном теплоутилизаторе наряду с охлаждением газов происходит снижение его влагосодержания. Это влияет на условия эксплуатации газоходов и самой ответственной их части – дымовой трубы. Для соблюдения «сухого» режима без образования конденсата температура внутренних поверхностей газоходов и трубы $t_{\text{вн}}$ должна быть выше температуры точки росы газов t_p , т.е. $t_{\text{вн}} \geq t_p$. С данной точки зрения уменьшение температуры газов после конденсационного теплоутилизатора является неблагоприятным фактором, так как при этом снижается $t_{\text{вн}}$, а уменьшение влагосодержания – наоборот, положительным, так как снижается t_p . Таким образом, совместное влияние этих факторов на надежность эксплуатации трубы проявляется неоднозначно. Отсутствие расчетных данных часто вызывает неуверенность проектировщиков в возможности использования конденсационных теплоутилизаторов для повышения экономичности котла. Основное опасение состоит в том, не отразится ли снижение температуры газов в трубе на надежности ее эксплуатации.

При оснащении котлов конденсационными теплоутилизаторами необходимо предусматривать байпасный газоход, снабженный шибером, по которому можно перепускать газы после котла, минуя конденсационный теплоутилизатор, непосредственно в трубу для поддержания необходимой температуры газов в ней. Следует отметить, что ввиду неизбежных неплотностей шиберов байпаса в закрытом положении они пропускают практически 10 – 20 % общего расхода газов, но для поддержания безопасного тепловлажного режима в трубе потребуется увеличение расхода газа через байпас по сравнению с его количеством, проникающим через неплотности в закрытом шибере.

Превышение температуры газов на оголовке трубы над температурой точки росы примерно на 25 °С можно считать достаточным запасом, чтобы гарантировать отсутствие конденсации на внутренних поверхностях.

1. Теплообменник для охлаждения парогазовой смеси / Баскаков А.П., Мунц В.А., Еремеев В.П., Косарев В.А., Ильина Е.В. Заявка на изобретение №2002122933/06(024226) от 26.08.2002.

2. J.J. van Rossum Experimental investigation of horizontal liquid films // Chemical Engineering Science, 1959. Vol. 11. P. 35 – 52.